

肺活量と形態値および踏み台昇降運動指数との関係

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-05-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 山本, 章, 伊藤, 二郎, 渡辺, 功 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00008359

肺活量と形態値および踏み台 昇降運動指数との関係

The Relations of the Vital Capacity of Young Healthy
Subjects to their Physique and Step-Test Index

山本 章・伊藤二郎・渡辺 功
Akira YAMAMOTO, Jiro ITO and Isao WATANABE

(昭和48年10月11日)

The purpose of this study is to find out the relation of the vital capacity and the physique, and that of the vital capacity and the step test index in healthy young subjects. The vital capacity is measured by FUKUDA VITALOGRAPH PM-80. As for the physique, the present data employs some of the data of the physical examination in each school. The step test is given by way of the standardized sport test offered by the Ministry of Education in Japan.

The results are as follows;

1. The higher grade the subjects are in, the more amount of the vital capacity is observed. As to males, the greatest rate of the increase of the vital capacity is observed in the subjects from the first grade students to the third grade students of the secondary school, and as to females, in those from the fifth grade pupils of the elementary school to the first grade students of the secondary school.
2. The remarkable difference of the vital capacity between males and females is observed in the subjects senior to those in the first grade of the secondary school.
3. The vital capacity index of the present data is, in general, lower than that of the data of Ebina et al. (1933).
4. The vital capacity is significantly related with the body height, the weight and the chest girth, but not with the step test index.

緒 言

肺活量に関する研究は Hutchinson (1844) らにより19世紀中頃から盛んに行なわれるようになったが、我国では約1世紀遅れて海老名らの報告(1933)¹⁾以来盛んに行なわれるようになった。そして現在では肺活量は身長と最も高い相関があるという学者が多く、West (1920)²⁾, Stewart (1922)³⁾, Baldwin ら (1948)⁴⁾, Kory ら (1961)⁵⁾, 海老名ら (1933)¹⁾, 笹本ら (1959)⁶⁾, 金上 (1965)⁷⁾らにより年令と身長を関数とした肺活量の予測式が報告され、利用されている。また最近は大気汚染が大きな社会問題として取り上げられているが、スパイロメリーの技術向上により、肺活量に時間的な要素を加えた時間肺活量の測定が比較的容易に実施できるようになり、肺機能障害のスクリーニングテストとしても見直されてきている。時間肺活量に関しては笹本ら (1958)⁸⁾, 早川 (1959)⁹⁾, 石田ら (1965)¹⁰⁾, 金上 (1965)⁷⁾, 滝沢 (1966)¹¹⁾らの報告がある。

一方、定期健康診断の検査項目の中に肺活量を加えることができると学校保健法に明記されており、肺活量の測定が比較的容易であることから運動能力との関係を調べた報告も少なくない。例えば、鎌田ら(1963)¹²⁾、豊島ら(1965)¹³⁾は肺活量と筋力との関係を報告しているし、豊田ら(1961)¹⁴⁾、吉儀ら(1968)¹⁵⁾、岡本ら(1969)¹⁶⁾、内藤ら(1970)¹⁷⁾、清水ら(1972)¹⁸⁾は運動適性あるいは持久走力との関係を報告している。しかしながら、文部省のスポーツテストの中の体力診断テストの一つとして今日多くの中学校・高校で実施されており、呼吸循環系機能の持久力を測定するとされている踏み台昇降運動との関係については未だ報告が見当たらない。

そこで今回は静岡市内の児童・生徒計 413 名について肺活量と時間肺活量を調べ、現状を把握すると共にあわせて踏み台昇降運動を実施し、踏み台昇降運動指数との関係を調べたのでその結果を報告する。

方 法

1. 被検者は静岡市内の健康な児童・生徒
 小学校三年生…男子40名、女子35名
 五年生…男子41名、女子35名
 中学校一年生…男子47名、女子35名
 三年生…男子52名、女子34名
 高校 二年生…男子47名、女子47名
 計 413 名であった。

2. 測定実施期間は昭和47年5月16日～5月23日であった。

3. 形態値(身長、体重、胸囲)は測定日の約1ヶ月前に各学校で実施された定期健康診断の結果を用いた。

4. 肺活量および時間肺活量の測定はフクダ医理化学研究所製のフクダバイタログラフ PM-80型(8,000cc まで測定可能)を用いて行なった。測定の際は事前に各被検者にマウスピースを1つずつ持たせて実施要領を説明し、数回練習させた。そして「息を十分吸って、ハイ! 全部吐き出す。」の号令で肺活量を、「息を十分吸って、ハイ! 一気に早く吐き出す!」の号令で時間肺活量を、各々2回ずつ立位で測定した。但し、値が一定でない場合はさらに回数を増やして一定の値を得るように努めた。

測定項目は下記の通りである。

- 1) 肺活量 (VC) …最大吸気位からゆっくりできるだけたくさん呼ぶさせた時の肺活量
- 2) 肺活量の予測値 (VC_{pred}) …一般的には Baldwin ら (1948)⁴⁾ の予測式が利用されているが、適用される年齢が16～60才までであり、小、中学生に適用することができないので、今回は海老名ら (1933)¹⁾ の予測式 (=身長×肺活量指数) から算出した。各年齢の肺活量指数は表1の通りである。

表1 海老名らの肺活量指数

年 令	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
男 子	11.6	12.8	14.0	15.0	15.6	16.6	18.7	19.9	22.4	22.8
女 子	10.3	10.9	12.0	12.9	13.5	14.2	15.3	15.9	17.5	17.8

- 3) %肺活量 (%VC) …肺活量の予測値 (VC_{pred}) に対する肺活量の実測値 (VC) の百分

比

4) 時間肺活量

イ) 努力肺活量 (FEV または FVC) …最大吸気位からできるだけすみやかに呼出させた時の肺活量

ロ) 1 秒量 (FEV_{1.0}) …最大吸気位から強制呼出する際に 1 秒間に呼出しうる量

ハ) 1 秒率 (FEV_{1.0}%) …FEV_{1.0} の FEV に対する百分比で Gaensler の 1 秒率という。FEV の代わりに VC を用いた場合は Tiffeneau の 1 秒率と明記する。

ニ) 平均呼気速度 (MMEF) …強制呼出曲線の特定部位での平均呼気速度を MMEF と定義するが、今回は強制呼出曲線の呼出初めから 0.2~1.2l の間の平均呼出速度 (MMEF_{0.2-1.2l} または MEFR) を用いた。単位は l/min である。

5. 踏み台昇降運動は昭和38年3月に文部省より発表された「スポーツテスト」の実施方法に従った。即ち、台高は小学校3年生では30cm、5年生では35cm、中学校・高校の男子では40cm、女子では35cmとした。

結 果

1. 発育発達にともなう形態値の変化については表2並びに図1,2,3に示したが、図表から分かるように、身長、体重、胸囲ともほぼ同様な増加傾向を示した。即ち小学校3年生(8~9才)・小学校5年生(10~11才)では男子の方が女子よりもわずかながら大きな値を示していたのが、中学校一年生(12~13才)では逆転して女子の方が男子よりも大きな値を示し、中学校三年生になると再び男子の方が女子よりも大きな値となり、高校二年生ではますますその差が広がる傾向にあった。

表2 形態値並びに肺換気機能測定値一覧表

() 内は S.D.

性別	学年	身長 cm	体重 kg	胸囲 cm	VC cc	VC _{pred} cc	%VC %	FEV cc	FEV _{1.0} cc	FEV _{1.0} % %	MMEF _{0.2-1.2} l/min	VC/身長 cc	SI
男	小3 40	125.5 (4.3)	25.5 (3.2)	60.7 (3.2)	1,396 (168)	1,472 (77)	97.2 (13.7)	1,354 (308)	1,226 (204)	90.8	—	11.1 (1.7)	72.9 (5.6)
	小5 41	135.6 (4.8)	31.6 (4.5)	66.3 (3.5)	1,852 (273)	1,915 (86)	96.2 (10.8)	1,777 (251)	1,644 (240)	92.3	—	13.7 (1.2)	73.3 (10.1)
	中1 47	146.6 (7.5)	39.0 (7.5)	71.7 (6.0)	2,227 (380)	2,303 (132)	96.3 (14.9)	2,192 (413)	2,012 (361)	92.1	246 (97)	15.0 (2.4)	61.4 (10.9)
	中3 52	161.5 (6.7)	49.8 (7.7)	80.0 (5.3)	3,062 (458)	3,033 (146)	100.4 (13.7)	3,042 (496)	2,791 (422)	92.1	397 (136)	19.0 (2.7)	61.6 (11.4)
	高2 47	169.1 (5.9)	57.1 (7.2)	83.4 (4.5)	3,720 (446)	3,880 (129)	97.9 (10.6)	3,502 (482)	3,384 (409)	97.0	520 (114)	22.0 (2.4)	67.4 (16.8)
女	小3 35	124.2 (5.5)	23.9 (2.9)	58.2 (2.7)	1,243 (254)	1,288 (65)	93.2 (14.6)	1,157 (216)	1,089 (214)	94.0	—	9.7 (1.5)	73.1 (8.5)
	小5 35	135.2 (6.6)	29.8 (4.8)	63.5 (4.1)	1,601 (308)	1,641 (107)	97.3 (15.0)	1,572 (298)	1,445 (281)	91.9	—	11.8 (1.9)	67.0 (8.7)
	中1 35	148.6 (6.8)	41.4 (6.3)	73.2 (4.9)	2,218 (388)	2,036 (104)	108.6 (16.1)	2,215 (590)	2,063 (374)	93.3	254 (100)	14.9 (2.1)	56.3 (7.5)
	中3 34	154.1 (4.6)	46.8 (5.9)	77.2 (5.0)	2,436 (425)	2,371 (83)	102.7 (16.0)	2,350 (398)	2,271 (342)	96.7	318 (85)	15.9 (2.5)	57.8 (10.6)
	高2 47	156.3 (5.0)	52.9 (6.8)	79.7 (4.4)	2,621 (374)	2,737 (89)	96.0 (12.1)	2,568 (365)	2,447 (330)	95.7	341 (88)	16.8 (2.1)	67.5 (9.5)

2. 発育発達にともなう男女各学年の肺換気機能(肺活量並びに時間肺活量など)の各測定

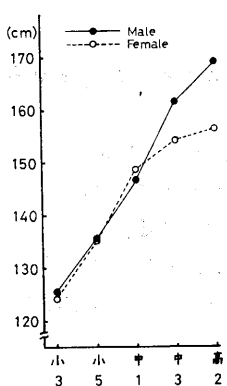


図1 各学年の身長

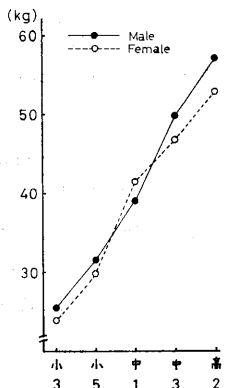


図2 各学年の体重

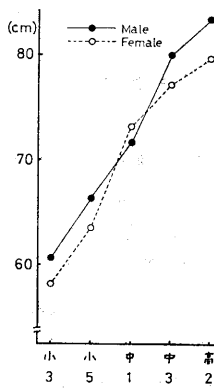


図3 各学年の胸囲

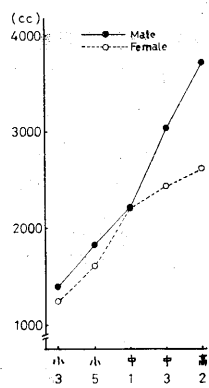


図4 各学年の VC

値は一括して、表2に示した。まず VC について見ると、図4からも分かるように、小学校三年生と五年生では男子の方が女子よりも大きな値であったのが、中学校一年生では有意の差はなくなり、中学校三年生になると再び男子の方が女子より大きくなり、高校二年生では、さらにその差は広がった。そして男子では中学校一年生から中学校三年生にかけて、女子では小学校五年生から中学校一年生にかけて最も大きな増加を示した。 $\%VC$ は VC_{pred} に対する実測の VC の百分比であるが、表2に示したように男子では中学校三年生、女子では中学一年生と三年生が100%以上の値を示しただけで、全体的にみると100%を下回る低い値であった。また $VC/身長$ (海老名らの肺活量指数であり、身長1 cm当たりの肺活量 cc) を見ると、男女共学年が進むに従って高い値を示したが、海老名らが報告した値と比べると男子の中学校三年生、女子の中学校一年生と三年生以外は $\%VC$ と同様にいずれも今回の結果の方が低く、小学校三年生の男女と高校二年生の女子に有意な差が認められた。FEV, FEV_{1.0} については、表2並びに図5,6に見られるように VC とほぼ同様の傾向が見られた。FEV_{1.0}%については表2に示したように、いずれの学年の男女とも90%を越し、男子では高校二年生で97.0%、女子では中学校三年生で96.7%と最高値を示した。MMEF_{2-1.2l}については表2、図7に示したように学年が進むに従って増加する傾向があり、特に男子では著しかった。小学校三年生と五年生のところが空欄なのは、この学年では FEV が1.2 l に満たない者が含まれていたからである。

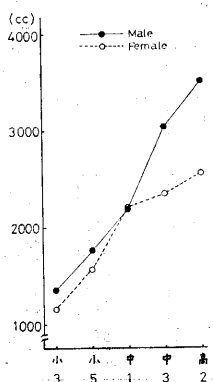


図5 各学年の FEV

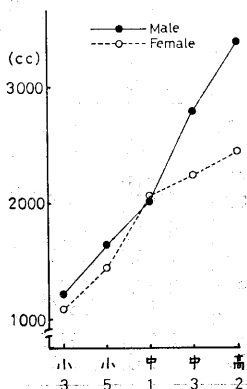


図6 各学年の FEV_{1.0}

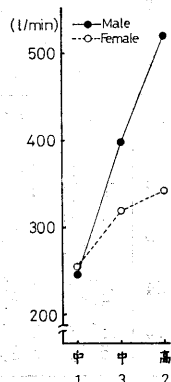


図7 各学年のMMEF_{2-1.2l}

表3 肺活量と形態値との相関

* は $p < 0.05$ ** は $p < 0.01$

性別	学年	人員	身長	体重	胸囲
男	小3	40	0.38*	0.24	0.29
	小5	41	0.64**	0.53**	0.49**
	中1	47	0.72**	0.67**	0.73**
	中3	52	0.68**	0.65**	0.57**
	高2	47	0.46**	0.62**	0.69**
女	小3	35	0.56**	0.54**	0.53**
	小5	35	0.67**	0.70**	0.71**
	中1	35	0.74**	0.72**	0.76**
	中3	34	0.39**	0.52**	0.46**
	高2	47	0.47**	0.55**	0.34**

表4 SI と肺換気機能測定値との相関

* は $p < 0.05$

性別	学年	人員	VC	%VC	VC/身長	FEV _{1.0}
男	小3	40	-0.07	-0.01	-0.05	-0.04
	小5	41	-0.17	-0.04	-0.13	-0.16
	中1	47	-0.30*	-0.25	-0.15	-0.27
	中3	52	0.02	-0.07	-0.08	-0.04
	高2	47	0.04	0.02	0.24	0.09
女	小3	35	-0.08	0.03	0.06	0.24
	小5	35	-0.26	-0.31	-0.24	-0.16
	中1	35	-0.05	-0.07	-0.07	-0.13
	中3	34	0.11	-0.00	0.12	0.19
	高3	47	0.05	-0.05	0.00	0.14

3. 踏み台昇降運動の指数（以下 SI と略）については学年あるいは男女によって台高が異なるので、結果を表2に載せるにとどめた。

4. VC と形態値との関係については表3に示したが、小学校三年生の男子の体重との間、胸囲との間に有意の関係が認められなかっただけで、それ以外はいずれの学年の男女に於ても有意の正相関が認められた。即ち、成長期にある男女児童・生徒では形態値の大きな体格のよい者は VC も大きな値を示した。

5. 表4は肺換気機能を表わす代表的な測定項目の値と SI との相関を調べた結果である。まず、肺の解剖学的な大きさを表わすといわれている VC (slow vital capacity) との関係を見ると、男女共いづれの学年に於ても高い相関は認められなかった。そこで正常の VC_{pred} に対する実測の VC の百分比を示す %VC との関係を見たが、同様に有意の相関は認められなかった。また今回の測定結果でもこれまでの報告と同様に身長と VC との間に高い相関が認められたので、身長1 cm当たりの VC (海老名らの肺活量指数) と SI との関係を見たが、同じく有意の相関は認められなかった。次に、VC が肺の解剖学的な大きさを表わすといわれているのに対して、肺・胸廓系の呼出力と気道の抵抗を表わし、努力時に利用できる換気能力の指数となるといわれている FEV_{1.0} と SI との関係を見た。しかし、同様に有意の相関を認めることはできなかった。

考 察

発育発達にともなう形態値の変化並びに形態値と SI との関係については別の稿で述べることにし、今回はまず発育発達にともなう男女各学年の肺換気機能の測定結果から考察を始めることにする。まず VC について見ると、これは梅田 (1964)¹⁹⁾ が述べているようにできるだけ吸いこんだ位置 (最大吸気位) からできるだけはき出した位置 (最大呼気位) まで頑張ってはき出した時のガス量であり、解剖学的な肺の大きさ、即ち、肺・胸廓系のふいご作用と伸展性を示すものであるといわれているが、既に結果で述べたように、小学校三年生と五年生では男子の方が女子よりも大きな値であったのが、中学一年生になると差がなくなり、中学校三年生になると再び男子の方が女子よりも大きな値となり、高校二年生ではますますその差が拡がっ

た。これは男子では中学一年生から三年生の間に最大の増加量 (735 cc) を示したのに対し、女子では小学校五年生から中学校一年生の間に最大の増加量 (617 cc) を示したように、最大の増加量の時期が男女で異なるからである。即ち、形態値の増加にともなって肺の解剖学的な大きさも増加し、さらに VC も増加したものと考えられる。また、今回の結果を最近の報告 (1970)²⁰⁾ に照らしてみると、男女共大差なく、ほぼ平均的なレベルにあることが分かった。しかし、海老名らの VC_{pred} と比べると、即ち% VC を見ると、男子では中学校三年生、女子では中学校一年生と三年生以外はいずれの学年も100%を下回る低い値であった。身長 1 cm 当たりの肺活量を示す肺活量指数を海老名らの報告した指数と比べてもほぼ同様の結果であった。このことは海老名らが予測式を作製した時 (1933) の仙台の児童・生徒に比べて、今日の静岡市内の児童・生徒は、学年により多少の相違もあるが、全体的に見ると形態値 (ここでは身長) の増加に見あうだけの VC の増加が欠けているからではないかと推察される。次に、最大吸気位から一気に早くはき出させた時のガス量であり、肺・胸廓系の呼出力と気道の抵抗を表わすといわれている FEV と呼出第 1 秒のガス量であり、努力時に利用し得る肺能力の指標として用いられ、Gaensler (1951)²¹⁾、笹本 (1958)⁸⁾、早川 (1960)⁹⁾ らにより単なる VC よりも優れた肺機能のパラメーターであるといわれている FEV_{1.0}、そして最大換気量 (MBC) と同じ意味あいの検査として Cander と Comroe (1955)²²⁾ により提唱されたもので、初めの 200 cc を除いた呼気 1 l をその 1 l に要した時間で除し l/min で表わした MMEF_{2-1.2l} を見ると、中学校一年生以後に男女の肺換気機能の差が拡がっていく様子が一層明確になった。早川 (1960)⁹⁾ は 12 才以後男女の差が大きくなる主因として男女の性ホルモンによる筋力の発達の差異をあげているが、今回の結果からだけでは明らかではなく、今後の研究に待ちたい。なお、%VC と FEV_{1.0}% により換気機能の型を区分し、%VC 80%・FEV_{1.0}% 70% を正常限界として 4 群に分け、%VC 80% 以上で FEV_{1.0}% 70% 以上を正常、%VC 80% 以上で FEV_{1.0}% 70% 以下を閉塞型、%VC 80% 以下で FEV_{1.0}% 70% 以上を拘束型、%VC 80% 以下で FEV_{1.0}% 70% 以下を混合型としているが、今回の被検者ではごく軽い拘束型の者が若干名いた他はすべて正常であった。

次に、VC と形態値との関係についてみると、柳は (1925)²³⁾ 18~49 才の大学生 1,763 名の測定結果から、肺活量は身体表面積に最も良く比例するものであり、是れに次いで身長に比例すると述べた。しかし、海老名ら (1933)¹⁾ は 6~72 才の男女合計 3,089 名の測定結果から、肺活量は身長を標準とするのが最も簡易で且信頼される結果を得る事を知ったと述べ、各年令ならびに各年令層の男女について肺活量指数を報告した。その後、山田 (1954)²⁴⁾ は肺活量に対し身長 (+0.471) よりも体表面積 (+0.525) の方が相関度が高いとし、20~55 才の健康男子 1,074 名の測定結果から単位体表面積当たりの値をもって回帰方程式を算出し、浅川 (1956)²⁵⁾ も体表面積との相関が高いと報告した。しかしながら、田多井ら (1956)²⁶⁾ が報告したように年令あるいは性別によって最も高い相関を示す関数が異なっていること、横山 (1968)²⁷⁾ が指摘したように体表面積は体重と身長を両者を加味している利点はあるが、両者のいずれかの問題をも介入させてしまう欠点があることなどの理由から、現在では Baldwin らの予測式に見られるように、年令と身長を関数として VC_{pred} を表わすのが最も一般的であり、また多く利用されている。ここで、今回の測定結果にもどって見ると、VC は身長、体重、胸囲のいずれとも有意の相関があり、特に高い相関度を示すものもなかった。この結果は VC は体重との間に、肥満者を含まない若年者についてみればかなりの相関がみられ、胸囲との間にも、若年者についてみればよい相関がみられるという横山の報告 (1968)²⁷⁾ と一致した。即ち、成長の著し

い児童・生徒では VC は身長、体重、胸囲のいずれとも相関があることが確かめられた。

最後に、VC と SI との関係についてであるが、これは VC の大小と呼吸循環系機能の持久力を測定するといわれている SI の良し悪しとが如何なる関係にあるかということを見たものである。これまでの報告を見ると、浅川 (1956)²⁵⁾ は 18~22 才の男子運動選手 220 名について運動能力と VC との関係を見たが、直接的な関係を見つめることはできなかったと述べた。しかし、市川 (1966)²⁸⁾ は神戸女学院中学部一年生 138 名について調べたところ、呼吸力の大きなる者は運動選手に多かったと報告し、鎌田 (1963)¹²⁾ は握力との関係に微弱ではあるが一定度の順交連があると述べ、豊島ら (1965)¹⁴⁾ も VC と筋力との間に相関があると報告した。また、呼吸循環系機能と密接な関係がある持久走あるいは長距離走との関係を調べた報告もいくつかあり、吉儀ら (1968)¹⁵⁾ は長距離選手 40 名について VC を調べたが、VC と 5,000m 走の記録とは全く相関が認められなかったので、VC が大きいという事が必ずしも持久的な運動に於ける有利な条件とはならないと考察した。しかし、岡本ら (1969)¹⁶⁾ は持久走のトレーニングにより VC が増加したと報告し、内藤ら (1970)¹⁷⁾ は持久性を必要とし、さらに敏捷性・瞬発力を要求されるスポーツ種目の選手は FEV_{1.0} が大きいと報告した。ここで今回の VC と SI との関係を見ると、男子の中学校一年生で負相関が認められた以外は、男女いずれの学年に於ても有意の相関を認めることはできなかった。そこで、形態による誤差を少なくするため、%VC と SI との相関、さらに肺活量指数と SI との相関を調べたが、いずれの場合も同様に有意の相関を認めることはできなかった。また、FEV_{1.0} と SI との間にも有意の相関は認められなかった。これらのことから、VC が多いからといって、SI も高いとは限らず、肺換気機能と呼吸循環系機能の持久力とはあまり密接な関係がないと考えられる。

要 約

本研究は静岡市内の児童・生徒 413 名を対象に肺活量と時間肺活量を測定し、形態値との関係を調べ、あわせて今日多くの中学校・高校で実施されており、呼吸循環系機能の持久力を測定するとされている踏み台昇降運動を実施し、その指数と肺活量並びに時間肺活量との関係を調べたものである。

肺活量および時間肺活量の測定はフクダバイタログラフ PM-80型を用いて行ない、踏み台昇降運動は文部省のスポーツテストの方法に従って実施した。また、形態値は定期健康診断の結果を用いた。

測定結果は以下の通りである。

1. 肺活量は高学年になる程大きな値を示し、男子では中学校一年生から三年生にかけて、女子では小学校五年生から中学校一年生にかけて最も著しく増加した。男女差は中学校一年生以後急激に広がる傾向にあった。
2. 肺活量指数は海老名らの値に比べて全体的に低かった。
3. 肺活量は身長、体重、胸囲のいずれとも有意の正相関を示した。
4. 肺活量および時間肺活量と踏み台昇降運動の指数との間に有意の相関は認められなかった。

以上の結果から静岡市内の児童・生徒の肺活量をおおよそ知ることができたが、海老名らの報告に比べ身長の割に肺活量が少ないことが注目される。また、肺活量ならびに時間肺活量と踏み台昇降運動の指数との相関が認められなかったことから、踏み台昇降運動の指数は肺換気機能とあまり関係がないことが分かった。

謝 辞

本研究をなすにあたり、勝又五郎教官、飯田頼男教官、峯村昭三教官、ならびに東豊田小学校、大里中学校、静岡高校、城北高校の多くの体育関係教官の御協力に対し、厚く御礼申し上げます。

なお、本論文の要旨は第24回日本体育学会において発表した。

参 考 文 献

- 1) 海老名敏明, 梶原義, 近藤春経, 菊地武夫: 「肺活量の研究(第一報)日本人の標準肺活量」日本内科学会雑誌, 21-8: 1039-1047, 1933.
- 2) West, H.F.: "Clinical Studies on the Respiration VI. A Comparison of the Various Studies for the Normal Capacity of the Lungs," Arch. Internal Med., 25: 306-316, 1920.
- 3) Stewart, C.A.: "Vital Capacity of the Lung of Children in Health and Disease," Am. J. Diseases Children, 24: 451-496, 1922.
- 4) Baldwin, E. DeF., Cournand, A. and Richards, A.W. Jr.: "Pulmonary Insufficiency. 1. Physiological Classification, Clinical Methods of Analysis, Standard Values in Normal Subjects," Medicine, 27: 243-278, 1948.
- 5) Kory, R.C., Caliahan, R., Boren, H.G. and Syner, J.C.: "The Veterans Administration-Army Cooperative Study of Pulmonary Function. 1. Clinical Spirometry in Normal Men.," Am. J. Med., 30: 243-258, 1961.
- 6) 笹本浩, 横山哲朗: スパイログラムの臨床, 換気機能の検査法とその臨床, 医学書院, 1959.
- 7) 金上晴夫: 「肺活量と時間肺活量」Medicina, 2-9: 1404-1406, 1965.
- 8) 笹本浩, 横山哲朗: 「時間肺活量 スパイログラムに基いた肺機能検査法(3)」呼吸と循環, 6-2: 87-97, 1958.
- 9) 早川真一: 「高速レスピロメーターによる発育期男女の呼吸パターンの研究 1. 肺活量, 最大換気量, ならびに最大換気率の変化」体力科学, 9-3: 284-289, 1960.
- 10) 石田尚之, 中嶋英彦: 「小児の換気機能」小児科診療, 28-4: 404-411, 1965.
- 11) 滝沢行雄: 「肺活量および時間肺活量の体質別予測値の評定」新潟医学会雑誌, 80-9: 523-525, 1966.
- 12) 鎌田章, 大島新治, 門田昭三, 宮本至: 「肺活量と握力との交連関係について」体育学研究, 8-1: 14, 1963.
- 13) 豊島慶男, 対馬清造: 「女子高校生の筋力と肺活量との関係」体育学研究, 10-1: 197, 1965.
- 14) 豊田博, 長島長節, 広田公一, 松岡脩吉, 大木勝夫: 「肺活量に関する研究(第一報)肺活量と運動適性との関係について」体育学研究, 6-1: 117, 1961.
- 15) 吉儀宏, 栗本関夫: 「長距離選手の記録と肺活量, 息ごらえの相関に関する研究」体育学研究, 12-5: 121, 1968.
- 16) 岡本和夫, 広田公一, 浅見俊雄, 豊田博, 山本恵三, 竹内正雄: 「持久走と肺換気機能の関係について」体育学研究, 13-5: 140, 1969.
- 17) 内藤純子, 六反祝子, 網中実, 米田満, 平田重信, 寺田元美, 伊藤文雄, 新井節男, 高橋活男: 「肺機能に関する研究(第二報)運動競技種目の別による機能差」体育学研究, 14-5: 118, 1970.
- 18) 清水教永, 豊田満, 山本恵三, 中塘二三生, 竹内正雄, 関根義雄: 「バドミントン女子選手の肺換気機能に関する研究」日本体育学会第23回大会号, 329, 1972.
- 19) 梅田博道: 「肺機能検査」日本医事新報, No. 2113: 3-8, 1964.
- 20) 中西光雄: 「肺活量」東京都立大学身体適性学研究室編, 日本人の体力標準値, 不昧堂出版, 1970, pp. 263-266.
- 21) Gaensler, E.A.: "Analysis of the Ventilatory Defect by timed Capacity Measurements," Am. Rev. Tuberc., 64: 256-278, 1951.

- 22) Cander, L. and Comroe, J.H., Jr.: "A Method for the Objective Evaluation of Bronchodilator Drugs, Effects of Dapanone, Isupel, and Aminophylline in Patients with Bronchial Asthma," J. Allergy, 26: 201-208, 1955.
- 23) 柳金太郎:「東京帝国大学学生の肺活量並に体長及び体表に関する肺活量係数に就て」東京医学雑誌, 39-2: 91-99, 1925.
- 24) 山田進弘:「成人男子の年令別肺活量と最大換気量の正常値」体力科学, 3-4: 121-126, 1954.
- 25) 浅川桂次:「最大呼吸量と運動能力との関係について」体力科学, 5-5: 172-175, 1956.
- 26) 田多井恭子, 山田進弘:「学童の肺活量と最大換気量に関する研究」体力科学, 5-5: 130-132, 1956.
- 27) 横山哲朗:「第一章 スパイロメトリー」高木健太郎, 岡本彰祐編, 生理学大系11, 血液・呼吸の生理学, 医学書院, 1968, pp.803-840.
- 28) 市川民慈子:「小児の呼吸力に関する実態調査—中学1年生の場合—」小児保健研究, 24-1: 12-15, 1966.